

Requested Patent: JP11326233A
Title: APPARATUS FOR INSPECTING MATERIAL SURFACE ;
Abstracted Patent: JP11326233 ;
Publication Date: 1999-11-26 ;
Inventor(s): MORIYA KAZUO ;
Applicant(s): MITSUI MINING amp; SMELTING CO LTD ;
Application Number: JP19980128605 19980512 ;
Priority Number(s): ;
IPC Classification: G01N21/88; H01L21/66 ;
Equivalents: ;

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To surely take an image of a wafer sample, measure a count of defects, etc., and improve a throughput, by superposing and recording a predetermined count of image data to an image pickup element, and evaluating defects of an object to be inspected on the basis of the predetermined count of image data. **SOLUTION:** An image process apparatus 7 takes an enlarged image of a wafer sample 1 via an optical system of a microscope 4 while a strobe light 11 emits light. The enlarged view is recorded to a CCD which is an image pickup element of a TV camera 6. The enlarged view is recorded once while the strobe light 11 emits light five times. The image data of five times of the strobe light 11 stored in the CCD is sent from the CCD and preserved in an image record part set at the TV camera 6, then input to the image process apparatus 7. The image process apparatus 7 can accordingly process the image data of five emissions of the strobe light 11 at one time.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-326233

(43) 公開日 平成11年(1999)11月26日

(51) Int.Cl.⁹

識別記号

F I

G 0 1 N 21/88

G 0 1 N 21/88

E

H 0 1 L 21/66

H 0 1 L 21/66

J

L

Z

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平10-128605

(22) 出願日 平成10年(1998) 5月12日

(71) 出願人 000006183

三井金属鉱業株式会社

東京都品川区大崎1丁目11番1号

(72) 発明者 守矢 一男

埼玉県上尾市原市1333-2 三井金属鉱業
株式会社総合研究所内

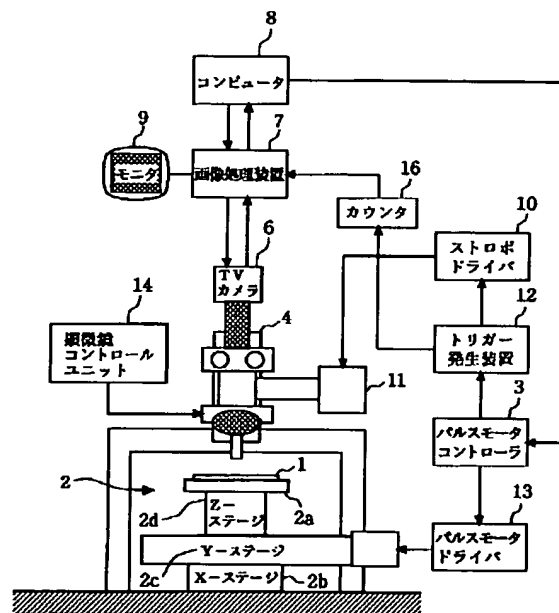
(74) 代理人 弁理士 岡部 正夫 (外11名)

(54) 【発明の名称】 材料表面検査装置

(57) 【要約】

【課題】 ウエハ試料の表面を観察・検査する材料表面検査において、より高速かつ確実にウエハ試料の画像を取り込み、欠陥、キズ、異物等の個数を計測し、そのスループットを向上することができる材料表面検査装置を安価で提供する。

【解決手段】 本発明においては、被検物体を搭載して移動可能なステージと、ステージ上の被検物体を照明する照明手段と、ステージの移動途中において、ステージに搭載された被検物体が所定位置に至ったとき、これに同期して、照明手段を閃光させる同期制御手段と、被検物体の一部分の像を画像データとして取り込む撮像手段と、撮像手段は、少なくとも1個の撮像素子を含み、撮像素子には所定数の画像データが重ねて記録され、画像データに基づいて被検物体の欠陥を評価する画像処理手段とを有し、所定数の画像データに基づいて被検物体の欠陥を評価する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 被検物体の表面を観察・検査する材料表面検査装置であって、

該被検物体を搭載して移動可能なステージと、
該ステージ上の被検物体を照明する照明手段と、
前記ステージの移動途中において、該ステージに搭載された該被検物体が所定位置に至ったとき、これに同期して、前記照明手段を閃光させる同期制御手段と、
該被検物体の一部分の像を画像データとして取り込む撮像手段と、
前記撮像手段は、少なくとも1個の撮像素子を含み、該撮像素子には所定数の該画像データが重ねて記録され、該画像データに基づいて該被検物体の欠陥を評価する画像処理手段とを有し、該所定数の画像データに基づいて該被検物体の欠陥を評価することを特徴とする材料表面検査装置。

【請求項2】 被検物体の表面を観察・検査する材料表面検査装置であって、

該被検物体を搭載して移動可能なステージと、
該ステージ上の被検物体を照明する照明手段と、
前記ステージの移動途中において、該ステージに搭載された該被検物体が所定位置に至ったとき、これに同期して、前記照明手段を閃光させる同期制御手段と、
該被検物体の一部分の像を画像データとして取り込む複数の撮像手段と、
前記複数の撮像手段を順次切替える撮像手段切替手段と、
該画像データに基づいて該被検物体の欠陥を評価する画像処理手段とを有し、
前記複数の撮像手段の撮像素子にはそれぞれ所定数の該画像データが重ねて記録され、
該所定数の画像データが記録された第1の撮像手段は、前記撮像手段切替手段により第2の撮像手段に切替えられ、
前記第1の撮像手段に記録された該画像データは、該切替後に前記第2の撮像手段に該画像データを記録するのと並行して前記画像処理手段に出力され、
該画像データに基づいて該被検物体の欠陥を評価することを特徴とする材料表面検査装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、シリコンウエハ等の結晶材料その他の材料の表面上の欠陥、キズ、異物などの測定評価を行う材料表面検査装置に関する。

【0002】

【従来の技術】図6に基づいて、従来例を説明する。この装置は、サンプルステージ102、顕微鏡104、ストロボライト111、TVカメラ106、画像処理装置107、トリガー発生装置112等からなる。

【0003】サンプルステージ102は、ステージ10

2aの上に被検物体であるウエハ試料101が固定されており、ステージ102aと一体で設けられているステージ駆動機構102b、102c、102dにより、X（横）、Y（縦）、Z（高さ）方向に高速に移動可能である。

【0004】ウエハ試料101の上方には、顕微鏡104が設けられている。顕微鏡104には、TVカメラ106、ストロボライト111、および顕微鏡104の自動焦点機構を制御する顕微鏡コントロールユニット114が取り付けられている。

【0005】顕微鏡104の右側にはストロボライト111が設けられており、ストロボライト111から出射した光はハーフミラー（不図示）により反射され、顕微鏡104の光学系を介してウエハ試料101に照射される。

【0006】顕微鏡104の上方には、TVカメラ106が設けられており、ウエハ試料101表面からの光が、ハーフミラーを通過して入射する。

【0007】TVカメラ106の上方には、画像処理装置107が設けられており、TVカメラ106から画像データを取込む。

【0008】画像処理装置107に接続されているトリガー発生装置112は、パルスモータコントローラ103からの信号に基づいて、ストロボ発光および画像取り込み用のトリガー信号を生成する。ストロボ発光用のトリガー信号は、ストロボドライバ110へ出力され、ストロボライト111はこの信号に応じて閃光を発する。画像取り込み用のトリガー信号は、画像処理装置107へ出力され、この信号に応じて画像処理装置107はTVカメラ106から画像データを取込む。

【0009】このような構成としたことにより、高速移動状態にあるウエハ試料101の表面の顕微鏡による画像を静止画像として取り込むことが可能となる。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上記の構成において、被検物体であるウエハ試料101の表面の観察・検査速度は、ウエハ試料101の移動速度、ストロボ発光間隔、およびウエハ表面の静止画像の取り込み速度のうち、最も速度の遅い静止画像の取り込み速度すなわちカメラが画像を取り込む速度に依存していた。この速度は、通常のTVカメラで用いられるNTSC方式においては、25～30コマ/秒であるため、ウエハ試料の表面検査速度は、この速度により制限されていた。また、画像処理装置における画像処理の速度は、画像取り込み速度よりもさらに遅いため、この速度もウエハ試料の表面検査速度を制限していた。

【0011】一方、この問題を解決するために、画像取り込み速度の速いカメラを使うことも考えられるが、このようなカメラは高価であるため、表面検査のコストが高くなってしまう。

【0012】そこで、本発明の目的は、ウエハ試料の表面を観察・検査する材料表面検査において、より高速かつ確実にウエハ試料の画像を取り込み、欠陥、キズ、異物等の個数を計測し、そのスループットを向上することができる材料表面検査装置を安価で提供することにある。

【0013】

【課題を解決するための手段】本発明においては、被検物体を搭載して移動可能なステージと、ステージ上の被検物体を照明する照明手段と、ステージの移動途中において、ステージに搭載された被検物体が所定位置に至ったとき、これに同期して、照明手段を閃光させる同期制御手段と、被検物体の一部分の像を画像データとして取り込む撮像手段と、撮像手段は、少なくとも1個の撮像素子を含み、撮像素子には所定数の画像データが重ねて記録され、画像データに基づいて被検物体の欠陥を評価する画像処理手段とを有し、所定数の画像データに基づいて被検物体の欠陥を評価する。

【0014】

【実施例】以下、第1実施例に係る装置を図1に示す。本装置は、サンプルステージ2、顕微鏡4、ストロボライト11、TVカメラ6、画像処理装置7等からなる。

【0015】サンプルステージ2は、ステージ2aと、電動式ステージ駆動機構2b、2c、2dとが一体となって設けられている。被検物体であるウエハ試料1は、バキュームチャック（不図示）により、サンプルステージ2a上に固定されている。ステージ駆動機構2b、2c、2dには、パルスモータドライバ13を介して、パルスモータコントローラ3が接続されている。パルスモータコントローラ3は、コンピュータ8に接続されており、コンピュータ8からの信号に基づいて、パルスモータドライバ13に対してステージ駆動機構2b、2c、2dの駆動タイミングの制御のための信号を出力する。パルスモータドライバ13は、パルスモータコントローラ3からの信号に基づいて、ステージ駆動機構2b、2c、2dをX（横）、Y（縦）、Z（高さ）方向に駆動してステージ2aの動作を制御することにより、ウエハ試料1上の測定箇所が顕微鏡4の視野内に高速かつ精密に入るようにウエハ試料1を搭載したステージ2aの位置を制御する。また、ステージ2aは、ウエハ試料1のいずれの場所をも顕微鏡4の視野内に入れることができる。

【0016】サンプルステージ2の上方には、顕微鏡4が設けられており、ウエハ試料1の表面状態を観察可能である。顕微鏡4には、ストロボライト11、TVカメラ6、および顕微鏡コントロールユニット14が取り付けられており、顕微鏡コントロールユニット14は、顕微鏡4の自動焦点機構を制御する。

【0017】ストロボライト11は、顕微鏡4の光学系を介してウエハ試料1にその光を照射できるように設け

られている。ストロボライト11にはストロボドライバ10およびトリガー発生装置12を介して、パルスモータコントローラ3が接続されている。パルスモータコントローラ3は、コンピュータ8からの信号に基づいてトリガー発生装置12に信号を出力する。トリガー発生手段12は、パルスモータコントローラ3からの信号に基づき、ステージ駆動機構2a、2b、2cによるステージ2aの位置制御に同期したトリガー信号をストロボドライバ10に出力する。ストロボドライバ10は、このトリガー信号に基づきストロボライト11をコンピュータ8で設定した間隔で発光させる。ここで、図2を用いて、ストロボライト11から出射した光がウエハ試料1に照射される様子を説明する。図2は図1の装置のストロボライト11、顕微鏡4およびTVカメラ6などの部分の要部拡大図である。ここで、顕微鏡4の光学系内であって、ストロボライト11からの光の光路途中にはハーフミラー15が設けられている。よって、ストロボライト11から出射した光は、ハーフミラー15により水平方向から入射するため、大部分が反射され、顕微鏡4の光学系を介して被検物体であるウエハ試料1に照射される。その照射光によるウエハ試料1の表面からの光は、ハーフミラー15に垂直方向から入射するため、大半が透過してTVカメラ6に入射する。

【0018】顕微鏡4の光学系にはTVカメラ6が設けられており、TVカメラ6は撮像素子としてCCD（電荷結合素子）を有している。ウエハ試料1の表面で反射したストロボライト11からの光は、ハーフミラー15を通過してTVカメラ6に入射し、これによりCCDにはウエハ試料1の表面状態が記録される。

【0019】TVカメラ6には画像処理装置7が接続されており、TVカメラの動作を制御する一方、TVカメラ6から画像データを取り込み、コンピュータ8と共働して、この画像データに基づきウエハ試料1の欠陥の計測評価を行う。また、画像処理装置は、カウンタ16を介してトリガー発生装置12と接続している。カウンタ16は、トリガー発生装置12からのトリガー信号の数をカウントし、5個のトリガー信号が入力されるたびに画像処理装置7に対して、画像取り込みのタイミングを示す信号を出力する。この信号に基づき、画像処理装置7はTVカメラ6を作動させ、ストロボライト11の発光が5回あるごとにウエハ試料1の表面状態の撮影を1回行わせる。

【0020】このような構成として、ストロボ発光と撮像のタイミングを調整することにより、高速移動状態にあるウエハ試料1の表面の顕微鏡による画像を静止画像として取り込むことが可能となる。また、例えば1回の撮像中にストロボライト11が5回発光すると、CCDにストロボ発光5回分の静止画像が重ねて記録されるため、ウエハ試料の5つの位置の表面状態を1回の画像取り込みで記録することができ、また画像処理も1回です

む。したがって、ウエハ試料の表面上の欠陥、キズ、異物等を観察・検査する材料表面検査において、より高速かつ確実にウエハ試料の画像を取り込み、欠陥、キズ、異物等の個数を計測し、そのスループットを向上することができる。

【0021】以下に、本装置によるウエハ試料表面の検査の工程を説明する。まず、ウエハ試料1をサンプルステージ2のステージ2a上にセットする。コンピュータ8はパルスモータコントローラ3に対し所定のパルス信号を出力するように指令を与える。パルスモータコントローラ3はコンピュータ8からの指令に基づき、ステージ2aが所定の方向に連続的に高速移動するように、ステージ駆動機構2b、2c、2d用の各パルスモータ（不図示）に対してパルス信号を出力する。これにより、ステージ2aは連続的に移動する。

【0022】トリガー発生装置12は、パルスモータコントローラ3から出力されるパルス信号に基づき、ストロボ発光および画像取り込み用のトリガー信号を生成する。具体的には、パルスモータコントローラ3からステッピングモータによるステージ2a駆動のためのパルス信号を取り出し、このパルス信号を分周することによりトリガー信号を生成している。ステッピングモータは、パルス信号により1ステップ進む。パルス信号が1個入力されることによりステージ2aが1 μ m進む場合には、このパルス信号を1/1000に分周した信号をトリガー信号にすると、ステージ2aが1mm（1000 μ m）進むごとにトリガー発生装置12からトリガー信号が出力されることになる。このトリガー信号に応じて、ストロボドライバ10はストロボライト11を1回発光させる。画像処理装置7では、ストロボライト11発光用のトリガー信号と同一タイミングのトリガー信号がカウンタ16に入力され、そのトリガー信号の個数が5個になるごとにカウンタ16から画像データ取り込み用のトリガー信号が発せられ、このトリガー信号に応じてTVカメラ6から画像データの取り込みが行われる。画像データの取り込み速度は、所望するウエハ試料1の測定範囲に応じて決定され、その速度によりサンプルステージ2aの移動距離が定まる。この画像データの取り込み速度は、本実施例のカウンタ16を用いた場合には、最大でTVカメラ6の画像取り込み速度の5倍となる。

【0023】画像処理装置7による画像データの取り込みは、まずストロボライト11の発光下で顕微鏡4の光学系を通したウエハ試料1の拡大像を得て、この拡大像をTVカメラ6の撮像素子であるCCDに記録することにより行い、ストロボライト11の5回の発光に対して、拡大像の記録が1回行われる。CCDに蓄積されたストロボライト11の発光5回分の画像データはCCDから、TVカメラ6に設けられた画像記録部（不図示）にいったん保存された後、画像処理装置に入力される。

画像記録部への画像データの保存は、ストロボ発光間隔より十分短い時間で行うことができるため、CCDへのウエハ試料の拡大像の記録は、ストロボ発光5回ごとに途切れるということではなく、連続的に行うことが可能である。また、画像処理装置においては、ストロボライト11の発光5回分の画像データを1回で処理することができる。

【0024】本実施例においては、CCDへの画像データの記録は、積算方式を採用している。すなわち、ステージ1の移動中の5回の発光により、ウエハ試料1上の5箇所の測定位置の表面の状態が1個のCCDに重ねて記録される。この方式によって記録されたCCDでは、ウエハ試料1上の各測定位置のうちの同じ箇所に欠陥等が重なった場合は、欠陥が重なっていない箇所に比べて、輝度が大きいものとして画像データが記録される。CCDに記録された画像データは、画像処理装置7およびコンピュータ8において、画像処理され、結晶欠陥の分布、個数、形状および密度などが計測（算出）される。

【0025】以上の処理は、ウエハ試料1を移動しながら連続的に行う。例えば、図3のように、1回のストロボライト11の照射で観察される各矩形領域41が、矢印42のような順序で観察されるようにウエハ試料1を連続的に移動させ、移動の間に上記の計測を行う。ステージ2aは連続的に移動し、停止せずに、ストロボライト11の発光により画像データを取り込み、ステージの移動中に画像処理（計測）を行っているため、従来例のようにステージ2aの移動・停止を繰り返すことがない。したがって、画像処理速度を上げることができるため、ステージ2aの移動速度を画像処理の処理速度まで上げることができる。

【0026】以下に変形例を示す。サンプルステージの移動制御は、XYZの3軸で行っているが、結晶欠陥の分布を知るためには図3に示すような移動（表面のスキュン）には限定されず、種々の変形が可能である。例えば、図4のようにサンプルステージ2aを回転させながら、顕微鏡4の対物レンズ4aを矢印20で示すウエハ試料1の中心部から離れる方向に移動させて画像を取り込み、ウエハ試料1の結晶欠陥を測定評価するようにしてもよい。この場合、ステージ2aは一定速度で高速回転させておき、対物レンズ4aは視野範囲の幅ごとに矢印20の方向にステップ移動させ、各位置でステージ2aの一周分の画像をストロボライト11によりサンプリング取り込みする。

【0027】また、ステージの駆動系においても、本実施例ではパルスモータを用いたが、これに限定されることなく、サーボモータあるいは超音波モータなど各種の駆動系を用いることができる。

【0028】さらに、トリガー発生装置12のタイミング信号を作り出す機能をコンピュータ8で代用させ、コ

ンピュータでトリガー信号を作り出しても良い。また、トリガー発生装置12をステージ駆動コントローラ（不図示）またはストロボドライバに内蔵しても良い。ステージ2aまたはモータにエンコーダまたはセンサを取り付けて、その信号からトリガー信号を生成してもよい。

【0029】また、パルスモータコントローラ3から出力される位置情報に応じてトリガー信号を出力するようにしているが、これに限らず、測定開始時点から所定の時間間隔で画像データを取り込み測定するようにしてもよい。

【0030】また、トリガー信号のカウントは、画像処理装置7内で行っても良い。また、本実施例では、カウンタ16でトリガー信号をカウントしているが、コンピュータ8により、パルスモータコントローラ3および画像処理装置7に出力する信号を調整して、ストロボライト11の5回の発光ごとに1回の画像取り込みを行うようにしても良い。

【0031】また、複数のTVカメラを並べ、すべてのカメラに同時にウエハ試料1の拡大像を記録するようにしても良い。このような構成により、一度に広い範囲のウエハ試料の検査をすることができ、より高速な材料表面検査を行うことができる。

【0032】次に、図5に基づいて、第2実施例について説明する。この例においては、第1実施例では1台であったTVカメラ56を5台設けている。画像データの取り込みにあたっては、ストロボライト11を5回発光するごとに、画像データを記録するTVカメラ56を切り換え、順次5台の各TVカメラ56に画像データを記録する。TVカメラ56の切替は、トリガー発生回路12からのトリガー信号に応じて、TVカメラ56に接続されたTVカメラコントローラ58により行う。各TVカメラ56のCCDに記録された画像データは、カメラの切替と同時に又は直後に順次画像処理装置7に入力される。

【0033】この構成では、ある1台のTVカメラ56への画像データの記録の後、ほかの4台のTVカメラ56への画像データの記録が行われるため、TVカメラが1台の場合に比べて、TVカメラ56から画像処理装置への画像データの転送時間を長くとることができる。し

たがって、TVカメラ56が1台の場合より、ストロボライト11の発光間隔をより短くすることが可能となり、ウエハ試料1の表面上の欠陥、キズ、異物等の画像をより高速かつ確実に取り込み、欠陥、キズ、異物等の個数を計測し、そのスループットを向上することができる材料表面検査装置を安価で提供することができる。その他の構成及び効果は第1実施例と同一である。

【0034】

【発明の効果】本発明によれば、ウエハ試料の表面を観察・検査する材料表面検査において、より高速かつ確実にウエハ試料の画像を取り込み、欠陥、キズ、異物等の個数を計測し、そのスループットを向上することができる材料表面検査装置を安価で提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例に係る表面検査装置の概略構成図である。

【図2】図1の装置のストロボライト、顕微鏡およびTVカメラなどの部分の要部拡大図である。

【図3】被検物体であるウエハの欠陥を測定する様子を示す平面図である。

【図4】サンプルステージと顕微鏡の動作の一例を示す斜視図である。

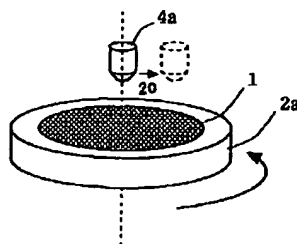
【図5】本発明の第2実施例に係る表面検査装置の概略構成図である。

【図6】従来例に係る表面検査装置の概略構成図である。

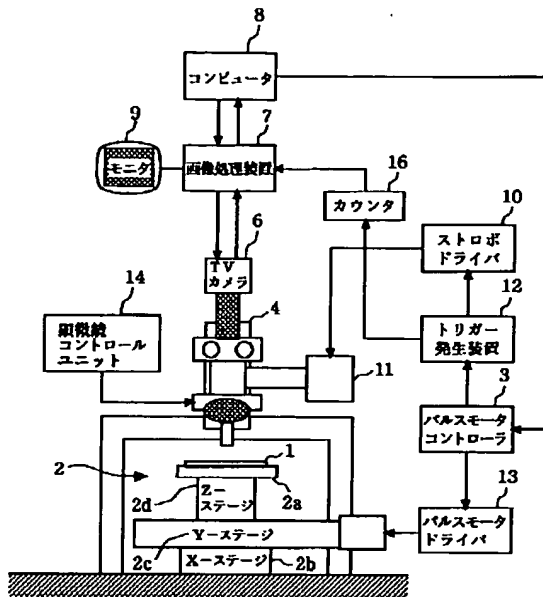
【符号の説明】

- 1 ウエハ試料
- 2 サンプルステージ
- 3 パルスモータコントローラ
- 4 顕微鏡
- 6 TVカメラ
- 7 画像処理装置
- 8 コンピュータ
- 11 ストロボライト
- 12 トリガー発生装置
- 16 カウンタ
- 56 TVカメラ

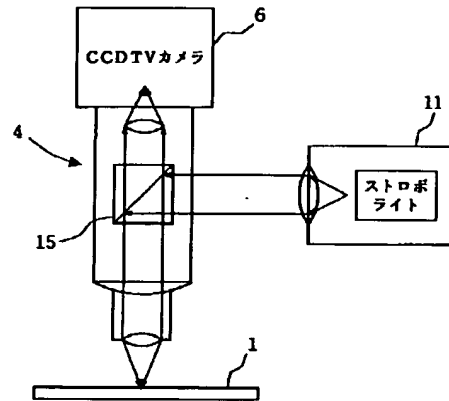
【図4】



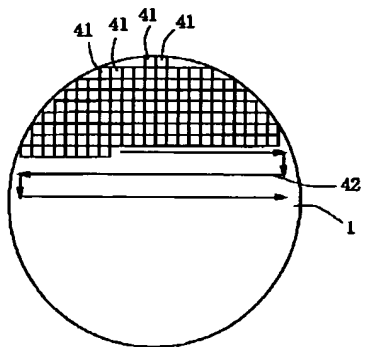
【図1】



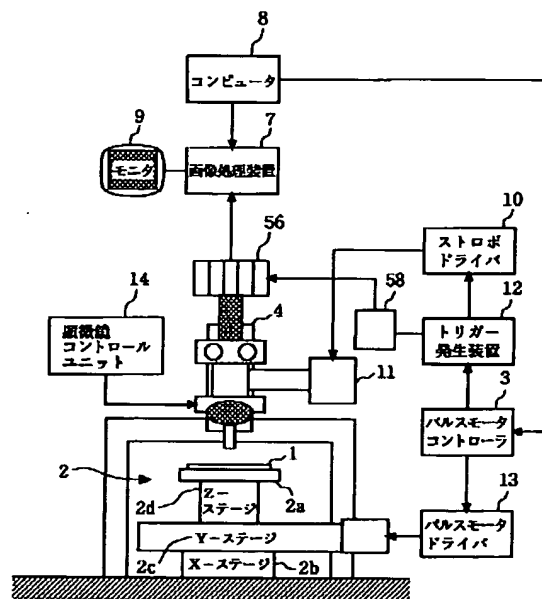
【図2】



【図3】



【図5】



【図6】

